COMUNICACIÓN

Coloración nupcial en hembras de *Liolaemus quilmes* (Iguania: Liolaemidae) como una posible señal de calidad fenotípica

Salica, María José y Monique Halloy

Instituto de Herpetología, Fundación Miguel Lillo, Miguel Lillo 251, 4000 San Miguel de Tucumán, Argentina. E-mail: mjsalica@gmail y mhalloy@webmail.unt.edu.ar

➤ **Resumen** — Hembras de *Liolaemus quilmes*, una lagartija del noroeste argentino, desarrollan una coloración nupcial a los costados de la garganta durante la temporada reproductiva. Varía desde un amarillo leve hasta un naranja intenso, correspondiendo a diferentes etapas de su desarrollo reproductivo. El objetivo de este trabajo fue determinar si la coloración nupcial podría predecir la calidad fenotípica, relacionado al éxito reproductivo, como se ha reportado en otras especies, actuando como una señal confiable para los machos. Se colectaron 43 hembras durante dos temporadas reproductivas y post-reproductivas. Para el color, se tuvo en cuenta los tres componentes de matiz, croma y valor, calculando un índice de rango de color. Como indicador de calidad fenotípica, se usó la condición corporal, una medida generalmente usada en la literatura, basado en los residuos de una regresión entre el peso y la LHC^3 (longitud hocico-cloaca al cubo). Se realizó un análisis de regresión lineal relacionando la condición corporal con el índice de rango de color y con el croma. No se encontró ninguna relación entre las variables bajo estudio, lo cual indicaría que la coloración nupcial no estaría asociada a la condición corporal de la hembra; por lo que se podría a su vez sugerir que el macho no podría usar esta información para estimar la calidad fenotípica de la hembra y su potencial de éxito reproductivo.

Palabras claves: *Liolaemus,* coloración nupcial, calidad fenotípica, señal visual.

➤ **Abstract** — “Nuptial coloration in female *Liolaemus quilmes* (Iguania: Liolaemidae) as a possible sign of phenotypic quality”. Females of *Liolaemus quilmes*, a lizard from northwestern Argentina, develop a nuptial coloration on the sides of the neck during the reproductive season. It varies from a light yellow to an intense orange, corresponding to different stages in their reproductive development. The objective of this study was to determine if nuptial coloration could predict phenotypic quality, related to reproductive fitness, as reported in other species, acting as a dependable sign for the males. Forty-three females were collected during two reproductive and post-reproductive seasons. For color, the three parameters of hue, chroma, and value, were taken into account, calculating a color range index. As an indicator of phenotypic quality, body condition was used, a measure generally used in the literature, based on the residuals of a regression between weight and SVL^3 (snout-vent length to the cube). A lineal regression analisis was performed relating body condition to the color range index and to chroma. No relationship was found between the variables under study, which would indicate that nuptial coloration is not associated to the body condition of the female, which might in turn, suggest that males might not be able to use this information to estimate the phenotypic quality of the female and her potential for reproductive success.

Keywords: *Liolaemus*, nuptial coloration, phenotypic quality, visual signal.

INTRODUCCIÓN

Debido a que ciertos caracteres sexuales secundarios se expresan sobre todo en los machos, la mayoría de los trabajos sobre selección sexual se refieren a éstos y no a las hembras (Andersson, 1994). Sin embargo, en algunas especies, las hembras también desarrollan este tipo de ornamentaciones, aunque menos llamativas (Amundsen, 2000). Se han planteado dos hipótesis acerca de la evolución de las ornamentaciones en las hembras. Una postula que habrían evolucionado por correlación genética con los machos, es decir, estas ornamentaciones son formas reducidas de rasgos seleccionados en los machos (Lande, 1980), mientras que otra postula que estas ornamentaciones podrían ser el resultado de la selección sexual

Recibido: 28/10/09 – Aceptado: 02/12/09

actuando directamente sobre las hembras (Amundsen, 2000).

Sea cual fuera el caso, en Saurios, se han documentado más de 30 especies en las que las hembras desarrollan una "coloración nupcial" durante la temporada reproductiva y a la que los machos responden (Cooper y Greenberg, 1992). Muchos estudios realizados sobre coloración nupcial en hembras de lagartos resaltan la relación entre este carácter y el estado reproductivo en el que se encuentra la hembra (revisión en Cooper y Greenberg, 1992).

Así como lo señalan algunos trabajos (Kristiansen *et al.*, 2006; Weiss, 2006), este carácter sexual secundario, podría ser un indicador de calidad fenotípica de la hembra, lo cual está relacionado al éxito reproductivo del individuo. Weiss (2006), por ejemplo, encontró una correlación entre la coloración nupcial de hembras de lagartos de *Sceloporus virgatus* de Norteamerica y su condición corporal. Otros autores usan el tamaño corporal como reflejo de la calidad fenotípica (e.g., Whiting y Bateman, 1999, en lagartos de Sud Africa; Kristiansen *et al.*, 2006, en gaviotas; Beauplet y Guinet, 2007, en focas). Se cree que esta condición corporal estaría relacionado con la cantidad de reservas energéticas destinada a la producción de huevos (Weiss, 2006).

El objetivo de este trabajo fue determinar si la coloración nupcial en hembras de *Liolaemus quilmes*, una lagartija del noroeste argentino, puede estar relacionada a su condición corporal y por ende a su calidad fenotípica, actuando como una señal confiable para los machos. Hembras de *L. quilmes* desarrollan durante la temporada reproductiva (octubre a diciembre; Ramirez Pinilla, 1992*a*) una coloración en el cuello, a ambos lados de la garganta, que cambia tanto en tamaño como en intensidad, y va desde amarillo leve hasta un naranja intenso o rojizo (Halloy *et al.*, 2007; Salica, 2008; Salica y Halloy, 2009). Se encontró que esta coloración está relacionada con el estado reproductivo de la hembra (Salica, 2008; Salica y Halloy, 2009).

Historia natural.— El género *Liolaemus* es un amplio género de lagartos iguánidos de Sudamérica, subfamilia Liolaeminae, familia Liolaemidae (Frost *et al.,* 2001). Presenta más de 200 especies (Abdala *et al.,* 2008) que se distribuyen desde las altiplanicies de Perú y Bolivia al norte hasta Tierra del Fuego al sur de Argentina, y desde las islas de la costa del Pacífico al oeste hasta las playas del Atlántico en Argentina, Uruguay y sudeste de Brasil (Cei, 1986; Etheridge y de Queiroz, 1988).

Liolaemus quilmes pertenece al complejo *darwinii* (Etheridge, 1993), dentro del grupo *boulengeri* (Etheridge, 1995). Esta especie se distribuye en el sur de la provincia de Salta, noroeste de la provincia de Tucumán y noreste de la provincia de Catamarca, entre 1600 hasta casi 3000 m, en regiones áridas a semiáridas de las provincias fitogeográficas del Monte (Cei, 1993; Etheridge, 1993) y Prepuna (Halloy et al., 1998; ver Cabrera y Willink, 1980, para provincias fitogeográficas).

Liolaemus quilmes es una especie diurna, insectívora, ovípara, y es esencialmente terrestre, siendo encontrada frecuentemente en áreas abiertas con vegetación dispersa (Etheridge, 1993). Los machos son un poco más grandes que las hembras (largo hocico-cloaca promedio de 66 y 61 mm respectivamente, Etheridge, 1993; Halloy, 1996) y también más coloridos. Los machos defienden sus territorios contra otros machos, y se superponen con dos o tres hembras. Aunque las hembras presentan territorios más pequeños que los machos, pueden superponerse con más de un macho (Halloy y Robles, 2002; Robles y Halloy, 2009). Tanto machos como hembras utilizan despliegues visuales, tales como cabeceos, pataleos y movimientos de cola, durante encuentros así como también durante el cortejo (Halloy, 1996; Martins *et al.*, 2004; Halloy y Castillo, 2006). Los machos emergen de la hibernación en septiembre mientras que las hembras aparecen uno o dos meses después (Halloy y Robles, 2003). El apareamiento ocurre a finales de octubre y en noviembre, y los juveniles aparecen a finales de diciembre y en enero (Ramirez Pinilla, 1992*a*). Los eventos de apareamiento

observados en el campo ocurren cuando las hembras presentan coloración débil, todavía en vitelogénesis temprana, mostrando receptividad comportamental hacia los machos pero no disponibilidad fisiológica (Salica y Halloy, 2009). Para que tenga lugar este tipo de ciclo reproductivo asincrónico o disociado, en el que la cópula no coincide con el máximo desarrollo gonadal, es necesaria la reserva de esperma en el oviducto de la hembra, tal como se ha reportado para esta especie (Ramirez Pinilla, 1992*b*). Tanto machos como hembras se mantienen activos hasta marzo o abril cuando retornan a la hibernación (Halloy y Robles, 2003).

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ejemplares fueron colectados en Los Cardones (26° 40' 1.5" S, 65° 49' 5.1" W, datum: WGS84; altura 2725 m), a unos 20 km al este de Amaicha del Valle, provincia de Tucumán, Argentina. Se colectaron 43 hembras durante dos temporadas reproductivas y post-reproductivas: febrero, marzo, octubre, noviembre y diciembre de 2007 y enero, octubre, noviembre, diciembre de 2008 y enero de 2009. Los ejemplares fueron sacrificados con una sobredosis de pentotal, fijados con formol al 10 %, conservados en alcohol al 70 %, e ingresados a la Colección Herpetológica de la Fundación Miguel Lillo. Para determinar el estado reproductivo, se realizó la disección de los tractos reproductivos de las hembras colectadas. Las hembras que presentaban folículos yemados correspondían a hembras reproductivas, mientras que las hembras que presentaban folículos blancos con oviducto muy plegado, correspondían a hembras postoviposición (Salica, 2008; Salica y Halloy, 2009). No se incluyeron en este análisis a hembras ovígeras ya que éstas introducirían un sesgo en el análisis.

Categorías de color y condición corporal.— El color puede ser caracterizado de diferentes maneras. Las tres variables: matiz, croma y valor, si bien están basadas en la percepción humana del color, también reflejan características físicas de la luz reflejada (Endler, 1990). La coloración nupcial de las hembras de *L. quilmes* fue estimada usando una versión modificada del método RGB (Red, Green y Blue) de Gerald *et al.* (2001). Este método utiliza imágenes digitales y Adobe Photoshop, un software de aplicación que manipula imágenes y personaliza el color. Las imágenes digitales mantienen la integridad del color mientras que con el uso de Adobe Photoshop es posible caracterizar el color especificando valores numéricos de los tres componentes del color según el sistema de coloración de Munsell: matiz, valor y croma. El matiz es lo que comúnmente llamamos color, por ejemplo, rojo, azul y amarillo. Las unidades de matiz son en grados (°). El valor define la claridad de cada color o matiz y va desde negro puro (valor = 0 %) a blanco puro (valor = 100 %). Por último, el croma es el grado de saturación de un color y la escala va desde 0 % para colores neutros (débiles) hasta 100 % para colores altamente saturados o vívidos (Masello *et al.,* 2004).

Para determinar el color, primero se obtuvieron imágenes digitales fotografiando el área lateral del cuello y la cabeza de cada hembra en vida. Con el fin de estandarizar las condiciones, todas las fotografías fueron tomadas con flash en el laboratorio, con un fondo blanco y con una medida de calibración. Se utilizó una cámara digital Kodak Easyshare CX6230. Antes de calcular las muestras de color, las imágenes fueron calibradas con el fin de medir el «color absoluto» independientemente de la exposición o la desviación de la luz. Las fotografías fueron tomadas junto con un blanco estándar. Usando la herramienta «Marco rectangular» del programa Adobe Photoshop, se seleccionó un área de 525 píxeles dentro del blanco estándar. Con el comando «Histograma» se obtuvieron los valores promedios para cada uno de los tres canales de colores (RGB). Estos promedios se cargaron en la tercera ventana del comando "Niveles" (que se encuentra en el submenú "Ajustes"). Calibradas de esta manera, las imágenes resultantes fueron guardadas (Gerald *et al.,* 2001).

Luego de ser calibradas, las imágenes fueron analizadas con el programa Adobe

Photoshop CS. Con el fin de mejorar la detección de la variabilidad del color y facilitar la selección de píxeles, las imágenes fueron analizadas con una ampliación del 800 %. Con la herramienta "muestra de color" se seleccionaron 3 píxeles al azar incluidos dentro del parche de color. El matiz, valor y croma fue medido usando la función "Info" y seleccionando el modo de color HBS (Hue, Brightness, Saturation, correspondientes a matiz, valor y croma, respectivamente) en la paleta de opciones. Luego fue calculado el promedio del matiz, valor y croma para cada individuo (Masello *et al.,* 2004).

Para determinar las categorías de color, todas las fotografías fueron comparadas colocándolas en un solo documento de Adobe Photoshop. Luego, mediante una apreciación visual, se incluyó a cada lagarto dentro de una categoría determinada, que fue caracterizada utilizando los valores promedios máximos y mínimos de matiz y croma entre individuos pertenecientes a una misma categoría. No se incluyó el valor (claridad), ya que no hubo variación entre las hembras analizadas. Con esta información de los promedios, se determinó un rango de intensidades de color (siguiendo a Cooper y Crews, 1987).

Rango	Coloración	Matiz	Croma
0	SC	25º-40º	15-24 %
1	AL	35º-50º	25-34 %
2	AF	35º-50º	35-55 %
3	NM	15º-34º	45-64 %
4	NF	15º-34º	65-85 %

Tabla 1. Rango de intensidades de color y su correspondiente categoría de coloración determinadas utilizando los valores promedios máximos y mínimos de matiz (o color) y croma (o saturación, para más detalles ver Materiales y Métodos). SC: Sin color nupcial; AL: Amarillo Leve; AF: Amarillo Fuerte; NM: Naranja Medio, NF: Naranja Fuerte.

Como indicador de calidad fenotípica o medida de condición corporal se usó los residuos de la regresión entre el peso (medido con pesola Swiss ®, 0,1 gr) y la LHC^3 (longitud hocico-cloaca al cubo; Weiss, 2006) medida con calibre (Mitutoyo, 0,01cm). Luego se aplicó el test de correlación de Spearman (Siegel y Castellan, 1988) relacionando



Figura 1. Hembra *Liolaemus quilmes* exhibiendo coloración nupcial del rango 2 (Tabla 1). Para otros ejemplos ver Salica (2008) o Salica y Halloy (2009).

la condición corporal con el rango de coloración y con el croma (saturación).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 43 hembras usadas en este estudio, 21 presentaban folículos vitelogénicos, mientras que las restantes 22 correspondían a hembras en etapa de postoviposición. Las hembras en etapa de vitelogénesis fueron colectadas durante los meses de octubre, noviembre y diciembre, mientras que las hembras en etapa de postoviposición corresponden a ejemplares colectados durante los meses de enero, febrero y marzo.

Se definieron cinco categorías de color en el parche ubicado a ambos lados de la garganta en hembras de *L. quilmes:* sin color nupcial (SC), amarillo leve (AL), amarillo fuerte (AF), naranja medio (NM) y naranja fuerte (NF). El rango de intensidad aumenta a medida que lo hace la saturación (croma) del color, al mismo tiempo que disminuye el matiz (Tabla 1, ver un ejemplo en Fig. 1).

No se encontró una relación significativa entre el rango de coloración nupcial y la condición corporal en hembras de *L. quilmes* para la temporada reproductiva (r_s = -0,14; P = 0,54, N = 21), ni para la postreproductiva (r_s = 0,05; P = 0,82, N = 22; Fig. 2). A fin de confirmar este análisis, se la realizó además con el valor del croma (saturación), tampoco encontrándose una relación significativa entre este parámetro y la condición corporal de estas hembras, para la temporada reproductiva (r_s = 0,22; P = 0,34, N = 21), ni para la postreproductiva (r_s = -0,04; P = 0,85, N = 22; Fig. 3).

Estos resultados indicarían que el macho no podría guiarse por las características de coloración de las hembras para estimar su condición corporal ya que no están asociados, y por ende, su calidad fenotípica. Si bien se ha usado el tamaño corporal de las hembras en otros estudios como una medida de calidad fenotípica (e.g., Whiting y Bateman, 1999, y referencias allí citadas; Kristiansen *et al.*, 2006; Weiss, 2006; Beauplet y Guinet, 2007), esto no se vio reflejado en este trabajo. Es posible que existan otros parámetros que muestren calidad fenotípica en esta especie, como ser señales químicas (Whiting y Bate-

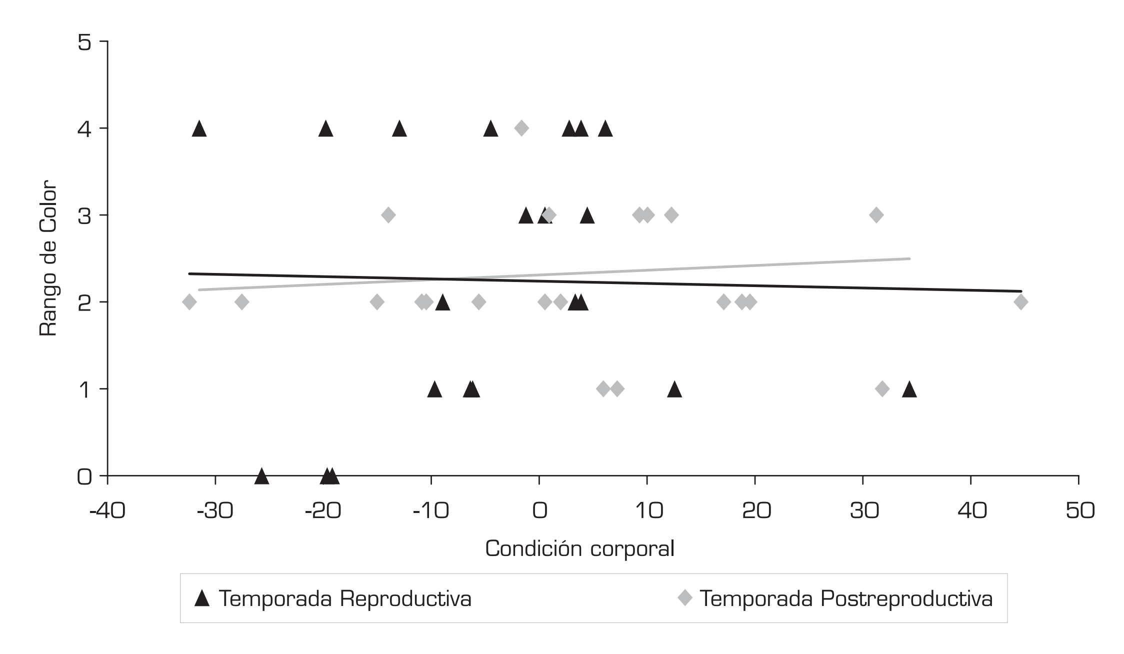


Figura 2. Relación entre el rango de coloración nupcial y la condición corporal en hembras de *Liolaemus quilmes* por temporada reproductiva (r_s = -0,14; P = 0,54, N = 21) y postreproductiva (r_s = 0,05; P = 0,82, N = 22).

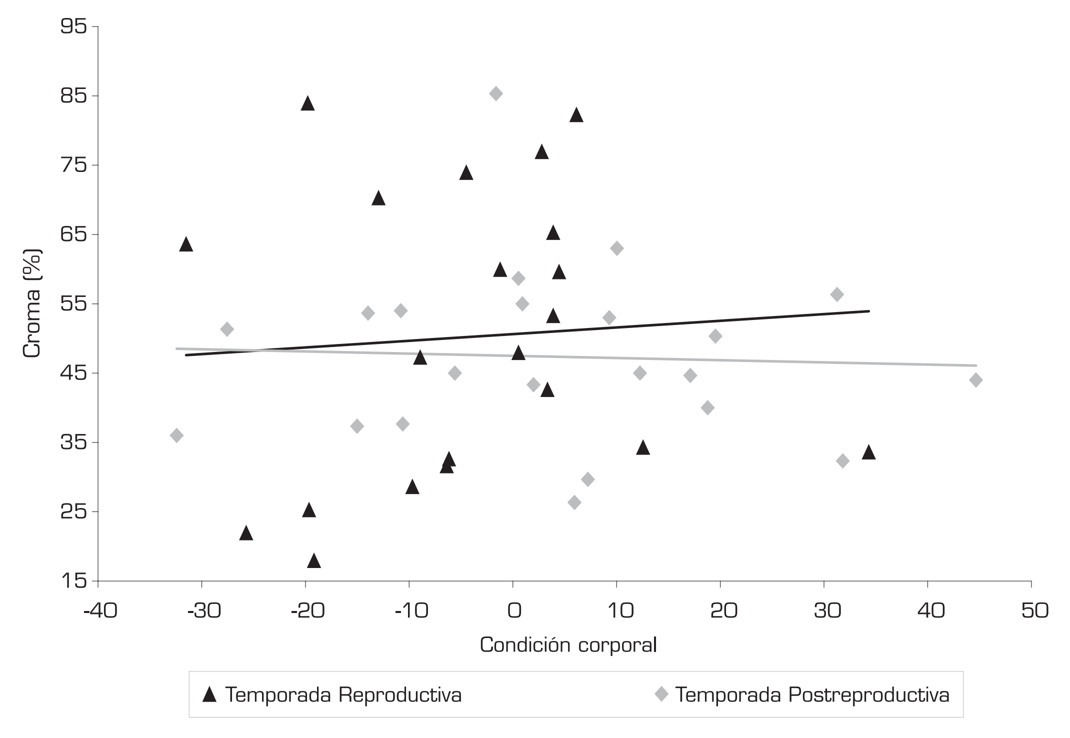


Figura 3. Relación entre el croma (saturación) y la condición corporal en hembras de *Liolaemus quilmes* por temporada reproductiva (r_s = 0,22; P = 0,34, N = 21) y postreproductiva (r_s = -0,04; P = 0,85, N = 22).

man, 1999) o comportamentales (obs. pers.). Esto muestra la importancia de incluir en futuros estudios otros parámetros que podrían reflejar calidad fenotípica.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a R. Montero y C. Robles por su ayuda en distintos momentos del estudio. Se obtuvieron permisos para colectar en el sitio de trabajo (Parque Provincial Cumbres Calchaquíes y Área Protegida Valles Calchaquíes Tucumanos), de Dirección de Recursos Naturales y Suelos, Tucumán, (# 115-07). Los especímenes fueron depositados en la colección del Instituto de Herpetología de la Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina. Este trabajo se ha llevado a cabo con apoyo de la Fundación Miguel Lillo y con ayuda de subsidios del CONICET (PIP 5780) y de la Universidad Nacional de Tucumán (CIUNT G315 y beca de Iniciación CIUNT a MJS, Director, R. Montero).

BIBLIOGRAFÍA

Abdala, C. S., Quinteros, A. S. y Espinoza, R. E. 2008. Two new species of *Liolaemus* (Iguania: Liolaemidae) from the Puna of Northwestern Argentina. Herpetologica, 64 (4): 458-471.

Andersson, M. 1994. Sexual selection. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

Amundsen, T. 2000. Female ornaments: Genetically correlated or sexually selected? En: Y. Espmark, T. Amundsen y G. Rosenqvist (eds.), Animal signals: Signalling and signal design in animal communication. Tapir Academic Press, Trondheim, Norway, pp. 133–54.

Beauplet, G. y Guinet, C. 2007. Phenotypic determinants of individual fitness in female fur seals: larger is better. Proceedings of the Royal Society B, 274: 1877-1883.

Cabrera, A. L. y Willink, A. 1980. Biogeografía de América Latina. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico Tecnológico, Washington, D. C., 2nd ed.

Cei, J. M. 1986. Reptiles del Centro, Centro-Oeste, y Sur de la Argentina. Herpetofauna de las Zonas Aridas y Semiáridas. Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino, Monografie IV, 527 pp.

Cei, J. M. 1993. Reptiles del Noroeste, Nordeste y Este de la Argentina. Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino, Monografie XIV.

Cooper, W. E., Jr. y Crews, D. 1987. Hormonal induction of secondary sexual coloration and courtship rejection behaviour in female keeled earless lizards (*Holbrookia propinqua*). Animal Behaviour, 35: 1177-1187.

Cooper W. E. Jr. y Greenberg N. 1992. Reptilian coloration and behavior. En: C. G. Gans y D. Crews (eds.), Biology of the Reptilia. Hormones, Brain and Behavior. The University of Chicago Press, Chicago, USA, 18E: 298-422.

Endler, J. A. 1990. On the measurement and classification of color in studies of animal color patterns. Biological Journal of the Linnean Society, 41: 315-352.

Etheridge, R. E. 1993. Lizards of the *Liolaemus darwinii* complex (Squamata: Iguania: Tropiduridae) in Northern Argentina. Bollettino del Museo regionale di Scienze naturali, Torino, 11: 137-199.

Etheridge, R. E. 1995. Redescription of *Ctenoblepharys adspersa* Tshudi, 1845, and the taxonomy of Liolaeminae (Reptilia: Squamata: Tropiduridae). American Museum Novitates, 3142: 1-34.

Etheridge, R. E. y De Queiroz, K. 1988. A phylogeny of Iguanidae. En: R. Estes y G. Pregill (eds.), Phylogenetic Relationships of the Lizards Families: Essays commemorating Charles L. Camp. Stanford Univ. Press, Stanford, California, pp. 283-367.

Frost, D. R., Etheridge, R., Janies D. y Titus, T. 2001. Total evidence, sequence alignment, evolution of polychrotid lizards, and a reclassification of the Iguania (Squamata: Iguanania). American Museum of Natural History, Novitates, 3343: 1-38.

Gerald, M. S., Bernstein, J., Hinkson, R. y Fosbury, R. A. 2001. Formal method for objective assessment of primate color. American Journal of Primatology, 53: 79-85.

Halloy, M. 1996. Behavioral patterns in *Liolaemus quilmes* (Tropiduridae), a South American lizard. Bulletin of the Maryland Herpetological Society, 32: 43-57.

Halloy, M. y Castillo, M. 2006. Forelimb wave displays in lizard species of the genus *Liolaemus* (Iguania: Liolaemidae). Herpetological Natural History, 9 (2): 127-133.

Halloy, M. y Robles, C. 2002. Spatial distribution in a neotropical lizard, *Liolaemus quilmes* (Liolaemidae): Site fidelity and overlapping among males and females. Bulletin of the Maryland Herpetological Society, 38: 118-129.

Halloy, M. y Robles, C. 2003. Patrones de actividad y abundancias relativas en un lagarto del noroeste argentino, *Liolaemus quilmes*, (Iguania: Liolaemidae). Cuadernos de Herpetología, 17: 67-73.

Halloy, M., Etheridge, R. y Burghardt, G. 1998. To bury in sand: Phylogenetic relationships among lizard species of the *boulengeri* group, *Liolaemus* (Reptilia: Squamata: Tropiduridae), based on behavioral characters. Herpetological Monographs, 12: 1-37.

Halloy, M., Guerra, C. y Robles, C. 2007. Nuptial coloration in female *Liolaemus quilmes* (Iguania: Liolaemidae): Ambiguity and keeping males interested? Bulletin of the Maryland Herpetological Society, 43 (3): 110-118.

Kristiansen, K. O., Bustnes, J. O., Folstad, I. y Helberg, M. 2006. Carotenoid coloration in great black-backed gull *Larus marinus* reflects individual quality. J. Avian. Biol., 37: 6-12.

Lande, R. 1980. Sexual dimorphism, sexual selection, and adaptation in polygenic characters. Evolution, 34: 292-305.

Martins, E. P., Labra, A., Halloy, M. y Tolman Thompson J. 2004. Large-scale patterns of signal evolution: An interspecific study of *Liolaemus* lizard headbob displays. Animal Behaviour 68 (3): 453-653.

Masello, J. F., Pagnossin, M. L., Lubjuhn, T. y Quillfeldt, P. 2004. Ornamental non-carotenoid red feathers of wild burrowing parrots. Ecological Research, 19: 421-432.

Ramírez Pinilla, M. P. 1992*a*. Ciclos reproductivos y de cuerpos grasos en dos poblaciones de *Liolaemus darwinii* (Reptilia: Sauria: Tropiduridae). Acta Zoológica Lilloana, 42 (1): 41-49.

Ramirez Pinilla, M. P. 1992*b*. Variaciones histológicas en los tractos reproductivos de hembras de algunas especies ovíparas de *Liolaemus* (Reptilia: Iguanidae) en diferentes estados de actividad reproductiva. Acta Zoológica Lilloana, 42: 116-122.

Robles, C. y Halloy, M. 2009. Home ranges and reproductive strategies in a neotropical lizard, *Liolaemus quilmes* (Iguania: Liolaemidae). South American Journal of Herpetology, en prensa.

Salica, M. J. 2008. Coloración Nupcial en Hembras de *Liolaemus quilmes* (Iguania: Liolaemidae) y su Relación con su Estado Reproductivo. Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.

Salica, M. J. y Halloy, M. 2009. Nuptial coloration in female *Liolaemus quilmes* (Iguania: Liolaemidae): Relation to their reproductive state. Rev. Esp. Herpetol., en prensa.

Siegel, S. y Castellan, N. J. 1988. Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences. McGraw-Hill, Inc., New York, 2nd ed.

Weiss, S. L. 2006. Female-specific color is a signal of quality in the striped plateau lizard (*Sceloporus virgatus*). Behavioral Ecology, 17: 726-732.

Whiting, M. J. y Bateman, P. W. 1999. Male preference for large females in the lizard *Platysaurus broadleyi*. Journal of Herpetology, 33 (2): 309-312.